



TITLE:

2.微生物の鞭毛運動によって誘起
される流れ: Beads Modelによる解
析(東京都立大学大学院理学研究科
物理学専攻,修士論文アブストラク
ト(1984年度))

AUTHOR(S):

高杉, 昌彦

CITATION:

高杉, 昌彦. 2.微生物の鞭毛運動によって誘起される流れ: Beads Modelによる解析(東京都立大学大学院理学研究科物理学専攻,修士論文アブストラクト(1984年度)). 物性研究 1985, 44(5): 806-807

ISSUE DATE:

1985-08-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91789>

RIGHT:

次流は対称な循環流となる。(図1)しかし、振動が非対称であれば、得られる2次流は非対称になる。(図2)この非対称流は、正弦振動による対称な流れに一方向の流れを重ね合わせた流れであることが確かめられた。

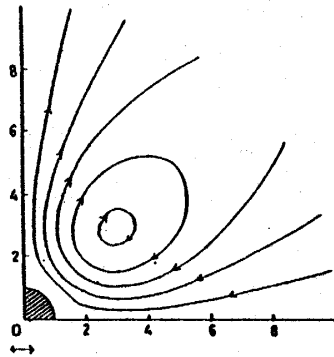


図1 円柱の場合

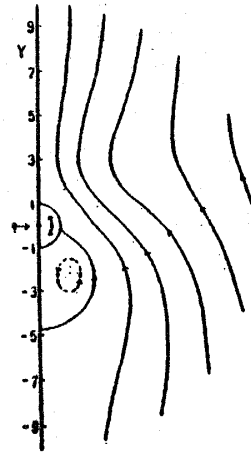


図2 円柱の場合

回転振動をする円柱については、この一方向流は無限遠方で一様流となっているが、球の非対称振動については無限遠方で定常流は存在しないことがわかった。また、球については非対称流の方向に定常な力が働くが、円柱には力が働かないという結果が得られた。

2. 微生物の鞭毛運動によって誘起される流れ

— Beads Model による解析 —

高 杉 昌 彦

流体中を運動する生物の中でも、鞭毛運動をすることにより推力を得ているのは、微生物の中の精子、バクテリア等である。この鞭毛運動によって誘起される鞭毛周辺の流れが微生物と共存する生物にどのような影響(流体力学的影響)を及ぼすかは、非常に興味深い。本論文の計算結果からは、バクテリアを襲う χ -ファージの動きが説明できる。

微生物の鞭毛運動を解析する場合、その Reynolds 数が小さいので、Navier-Stokes 方程式の慣性項を無視した、Stokes 近似で行うことができる。本論文は、バクテリアという微生物の鞭毛運動を、鞭毛を小球(bead)の連なりとした Beads Model を使って解析する。この小球に Stokes 方程式の基本解である Stokeslet を分布させ、この強さ、つまり鞭毛(小球)に働く力を積分方程式から、鞭毛の速度を既知として決定する。その結果を用いて鞭毛運動により誘起される流れを調べる。それによって、 χ -ファージがバクテリアの鞭毛に吸着してから菌体を

襲うまでの動きが α -ファージ自身の力によるのではなく、鞭毛運動によって誘起された流れによって動くものであることが示される。

また, Beads Model を使った計算は, Higdon が複雑な積分方程式を数値計算したものよりはるかに簡単であり, しかも計算結果は, Higdon のと同程度であることから, ここに Beads Model の有効性が示される。

3. 棒状高分子の準濃厚溶液中における ブラウン運動の計算機シミュレーション

山 本 泉

高分子濃厚液体は低分子液体には見られないレオロジー的性質を示す。それは高分子鎖が互いに他を通り抜けられないという幾何学的制約(“絡み合い”)によると考えられている。この“絡み合い”を取り扱う理論として管模型理論がある。管模型理論は高分子濃厚系のマクロな性質を良く説明している。しかし, ミクロなレベルでの有効性については充分良くわかっていない。この有効性を検証するために幾つかのグループによって鎖状高分子濃厚系に対する計算機シミュレーションが行われている。そこでは固定された障害物中を高分子鎖が動く系については管模型理論を支持する結果が得られているが, 多数の高分子が同時に運動しているという現実の系に対する明確な結論は得られていない。また, 彼等のシミュレーションは高分子鎖を格子上で動かすもの又は斥力ポテンシャルを持たせたものであり, その様な複雑な状況から純粋な“絡み合い”の効果を区別することは困難である。以上の理由から我々は高分子を太さのない線とし, 厳密に線の交差を判断するシミュレーションを実行しようと考えた。だがこのようなシミュレーションは鎖状高分子ではその自由度が大きいことから困難である。

そこで本論文では自由度が小さい棒状高分子の準濃厚溶液に対するシミュレーションを行い“管模型”の有効性を検証した。その結果, (i)回転拡散は準濃厚溶液でも一つの回転拡散係数 D_r で記述できること(ii)高濃度では D_r は c^{-2} に比例すること(c は数濃度)を得た。この結果は管模型理論から予測される結果と一致している。